

# Modelagem de Ecossistemas de Software das Plataformas de Computação em Nuvem AWS e GCP

Maria E. Silva<sup>2</sup>, Francisco Pinheiro<sup>1,2</sup>, Carla Bezerra<sup>1,2</sup>, Emanuel Coutinho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação (PCOMP)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará (UFC) – Quixadá – CE – Brasil

{mariaeriane12, victor.pinheiro.ce}@alu.ufc.br

{carlailane, emanuel.coutinho}@ufc.br

**Abstract.** *Software Ecosystems (SECO) are a set of actors and components working as a unit, relating to each other based on a common interest in providing solutions or services to the software industry. SSN notation is a series of software, hardware, and connected services organizations that cooperate to meet market demands. This work presents an ongoing study on the SECO SSN modeling of the AWS and GCP cloud computing platforms. Some preliminary models of the two platforms on some common services are presented, with discussions.*

**Resumo.** *Ecossistemas de Software (ECOS) são um conjunto de atores e componentes que funcionam como uma unidade, relacionando-se com base em um interesse comum de fornecer soluções ou serviços para a indústria de software. A notação SSN é uma série de organizações de software, hardware e serviços conectados que cooperam para atender as demandas do mercado. Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo em andamento sobre a modelagem SSN do ECOS das plataformas de computação em nuvem AWS e GCP. Alguns modelos preliminares das duas plataformas sobre alguns serviços comuns são apresentados, com discussões.*

## 1. Introdução

As comunidades de Sistemas de Informação (SI) e Engenharia de Software (ES) tem avançado em pesquisa teórica e aplicada para lidar com uma gama de novos conhecimentos no mercado. Novas áreas vêm se desenvolvendo à medida que novas tecnologias, pessoas e processos interagem. Por exemplo, tópicos como Sistemas de Sistemas, Ecossistemas de Software, Computação em Nuvem e *Blockchain* vieram para tratar questões técnicas, econômicas e sociais. Isso implica em integrar diferentes áreas.

Nesse contexto, um Ecossistema de Software (ECOS) é um conjunto de soluções de software que permitem automatizar as atividades e transações pelos atores no ecossistema social ou de negócios associados e as organizações que oferecem essas soluções [Bosch 2009]. ECOS também pode consistir de um conjunto de atores interagindo como uma unidade, os quais interagem com um mercado distribuído entre software e serviços, juntamente com as relações entre as mais variadas entidades [Jansen et al. 2009].

Paralelo a esse cenário de tópicos mais voltados para software, tem-se a Computação em Nuvem com um conjunto de tecnologias para suportar o pleno funcionamento de diversas áreas. Computação em Nuvem pode ser entendida como um serviço

que disponibiliza recursos computacionais dedicados ou compartilhados entre uma série de usuários [Mell and Grance 2011]. A concepção de Computação em Nuvem continua sofrendo incontáveis mudanças na sua definição por forte efeito da atividade de inovações em torno dessa tecnologia [Zuffo et al. 2013].

Uma das atividades essenciais para a descrição de ECOS em um sistema é a modelagem. Essa atividade envolve diferentes níveis de tecnologias, notações e abstrações. Porém, apesar dos avanços iniciais das pesquisas em ECOS, existem poucos modelos analíticos, estudos de caso reais e suporte integrado a ferramentas [Manikas 2016]. Uma grande barreira para a evolução em ECOS, no sentido de auxiliar a tomada de decisões na indústria real, é a falta de apoio à modelagem de ECOS [Coutinho et al. 2019].

Este trabalho apresenta um estudo em andamento sobre modelagem de ECOS nas plataformas de Computação em Nuvem *Google Cloud Platform* (GCP) e *Amazon Web Services* (AWS), com foco na comparação e análise dos modelos gerados sobre os principais serviços disponibilizados pelas plataformas, possibilitando assim uma visão geral sobre o ECOS de cada plataforma e seus impactos entre sistemas.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Ecossistemas de Software

O conceito de ECOS pode ser definido como um conjunto de atores funcionando como uma unidade que interage com um mercado distribuído entre software e serviços [Jansen et al. 2009]. Estas relações são apoiadas por uma plataforma tecnológica ou por um mercado comum e realizadas pela troca de informações, artefatos e recursos. Hanssen e Dyba (2012) definiram ECOS como uma comunidade de atores e de organizações em rede, que apoia as relações entre eles sobre um interesse comum no desenvolvimento e na utilização de uma tecnologia de software central. A metáfora do ecossistema reforça atores externos ou desconhecidos que estão contribuindo para desenvolver uma plataforma tecnológica comum, transferindo a cadeia de valor tradicional centrada na organização para uma rede de entrega de software em que vários componentes desenvolvidos em plataformas diferentes coexistem e afetam os negócios do comprador [Boucharas et al. 2009].

Um dos problemas enfrentados na modelagem de ECOS é a falta de padronização. Boucharas et al. (2009) propôs uma maneira de padronizar a modelagem de ECOS usando a estratégia da *Software Supply Network* (SSN - Rede de Suprimento de Software). Como uma das notações de modelagem ECOS mais famosas, o SSN é uma série de software, hardware e organizações de serviços ligados, que cooperam para atender às demandas do mercado [Costa et al. 2013]. Usando elementos chave, o SSN representa os principais atores e sua interação dentro de um ECOS. A Figura 1 exibe os elementos utilizados na notação SSN para modelagem de um ECOS.

### 2.2. AWS e GCP - Ambientes de Computação em Nuvem

A *Amazon Web Services* (AWS), pioneira em Computação em Nuvem, é um plataforma confiável para grandes empresas e *startups*. Lançada no mercado no ano de 2006 pela *Amazon*, ela ajuda as empresas a expandir e aumentar a competitividade, oferecendo infraestrutura como serviço (IaaS) sob demanda. Isso pode ser categorizado em banco de dados, serviços de computação, entrega e armazenamento de conteúdo e rede. Esses recursos podem ser utilizados separados ou em conjunto [Inapps 2022].



Figura 1. Notação SSN [Boucharas et al. 2009] e extensão de [Costa et al. 2013]

O *Google Cloud Platform* (GCP) é um serviço de Computação em Nuvem criado em 2008 pela *Google*, que oferece ferramentas e serviços que ajudam a desenvolver, implementar, entregar e gerenciar aplicações. Os serviços oferecidos pelo *Google Cloud* incluem computação, armazenamento, inteligência artificial, e outros serviços de rede, desenvolvimento e gestão [Bisong 2019].

### 3. Metodologia

A metodologia proposta neste trabalho é simplificada e composta apenas por quatro fases: (i) Identificar os elementos a serem modelados nos ECOS; (ii) Executar a modelagem dos ECOS; (iii) Realizar um estudo comparativo sobre os modelos gerados; e (iv) Projetar oportunidades de pesquisa. A Figura 2 apresenta os passos para a execução do trabalho. O trabalho atualmente se encontra como um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) finalizado, mas com discussões de como prosseguir a pesquisa com outros alunos.

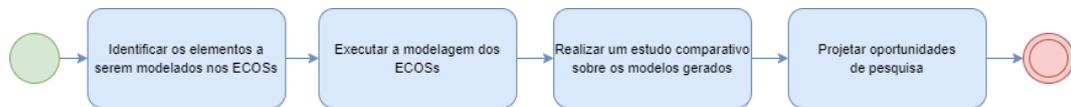


Figura 2. Metodologia da proposta

### 4. Resultados

Os modelos SSN foram construídos na ferramenta *ECOS Modeling* [Pinheiro et al. 2022]. Esta ferramenta possibilita a criação, edição e manutenção de modelos de ECOS na notação SSN. Fontes dos modelos de ECOS para serem utilizados na ferramenta *ECOS Modeling* e imagens prontas dos ECOS modelados e redes sociotécnicas estão disponíveis no repositório<sup>1</sup> do grupo de pesquisa.

Para a realização deste trabalho foram selecionados os 11 principais serviços fornecidos pela AWS e GCP, equivalentes, sendo eles diversificados e bastante utilizados pelos usuários, para posterior comparação. Para exemplificar, apenas a modelagem SSN para os ECOS AWS será ilustrada, onde pode-se visualizar alguns atores do ECOS, relações, e o que essas relações produzem. Porém todo o trabalho foi replicado para o GCP. Para cada um dos 11 serviços previamente listados foram criadas simulações de preços utilizando a calculadora de preços da própria AWS de serviço e com duração de um ano para o cálculo do preço final. O foco é perceber quais os valores de preços para cada instâncias com configurações mínimas de cada serviço para realizar um comparativo com as ofertas da GCP. A Tabela 1 apresenta os valores obtidos nas simulações em dólar americano (USD\$) para cada serviço listado da AWS.

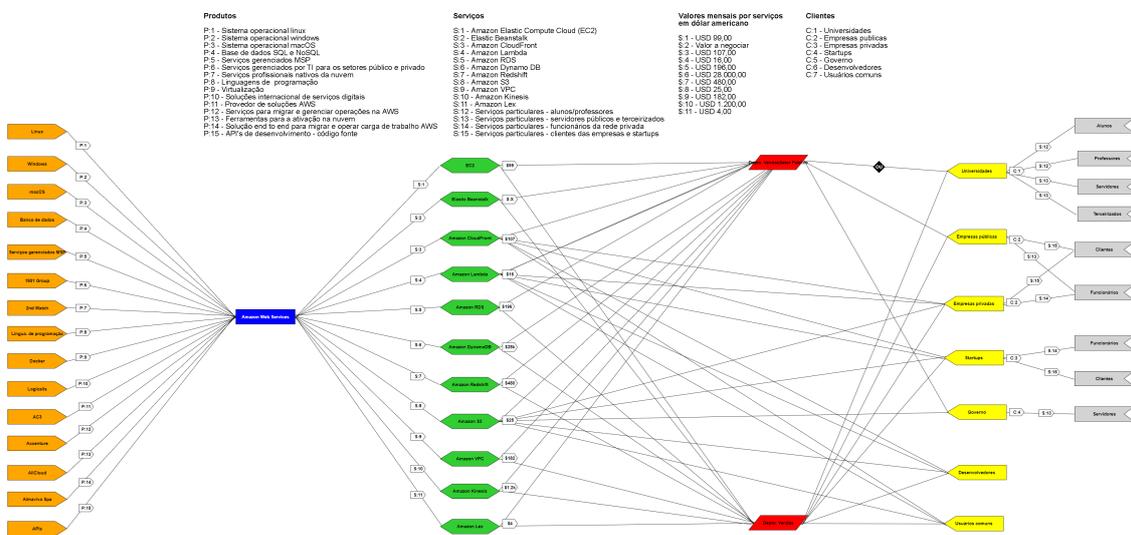
<sup>1</sup><https://github.com/ibituruna/CC-ECOS>

**Tabela 1. Preços para instâncias dos serviços fornecidos pela AWS (17/10/2022)**

Serviço	Preço mensal	Preço anual
Amazon Elastic Compute Cloud - EC2	99,69 USD	1.196,28 USD
Elastic Beanstalk	-	-
Amazon CloudFront	107,52 USD	1.290,24 USD
Amazon Lambda	16,06 USD	192,72 USD
Amazon RDS (PostgreSQL)	196,80 USD	2.361,60 USD
Amazon Dynamo DB	28.417,45 USD	522.509,40 USD
Amazon Redshift	480,00 USD	5.760,00 USD
Amazon S3	25,76 USD	309,12 USD
Amazon VPC	182,50 USD	2.190,00 USD
Amazon Kinesis	1.254,51 USD	15.054,12 USD
Amazon Lex	4,07 USD	48,84 USD

A Figura 3 apresenta o ECOS AWS na notação SSN. Como empresa de interesse tem-se a plataforma central *Amazon Web Services*, a própria plataforma de Computação em Nuvem onde os demais elementos se relacionam e dependem dela. Os fornecedores são de vários tipos e podem sofrer modificações ao longo do ciclo de vida da plataforma central variando desde o servidor de aplicação, linguagens de programação, APIs, IDEs, infraestrutura e utilitários. Os clientes são agrupados em empresas, instituições de ensino superior, desenvolvedores, governo, *startups*, estudantes e intermediários governamentais. Ressalta-se que esses clientes estão com foco para a área da Educação, porém podem ser para qualquer área ou empresa. Temos os serviços fornecidos pela plataforma central como intermediários e alguns agregadores na relação cliente-serviço-plataforma. As relações entre os elementos são agrupadas em serviços. No caso, todos os serviços são cobrados taxas de uso conforme as necessidades dos clientes, assim como versões de experimentação gratuitas tanto para empresas como para estudantes.

Os atores e seus respectivos relacionamentos no ECOS são mapeados e categorizados de acordo com cada componente da notação. As estatísticas sobre o modelo SSN do ECOS AWS são 45 atores no ECOS e um total de 79 relacionamentos simbióticos de



**Figura 3. Modelagem SSN para o ECOS AWS**

cada serviço para cada cliente e agregadores entre cliente-serviço no ecossistema. Esses relacionamentos são dinâmicos e não necessariamente são apenas esses, podendo ocorrer muito mais de acordo com as demandas dos clientes para com a plataforma. Esses dados são fornecidos pela ferramenta de modelagem ECOS *Modeling* na funcionalidade de estatísticas do modelo. Demais dados estatísticos do modelo SSN para o ECOS AWS foram: Empresa de Interesse (1), Fornecedores (15), Clientes (7) Cliente dos clientes (9), Intermediários (11) e Agregadores (2).

Esses dados podem ser utilizados posteriormente para realizar análises e comparações sobre a evolução do ECOS AWS de acordo com a modelagem projetada, simular a entrada e saída de atores, como os seus relacionamentos se comportam e comparar com outros ecossistemas do mesmo nicho.

## 5. Relação com Sistemas de Informação

Em relação aos Grandes Desafios de Pesquisa em SI [Boscarioli et al. 2017], esta pesquisa está relacionada aos dois primeiros desafios. O desafio 1 “Sistemas de Sistemas de Informação” possui relação pois em um mundo aberto, globalizado e conectado, os sistemas de informação não apenas suportam uma grande diversidade de domínios de aplicação, mas também executam diversas tarefas e funcionalidades complexas. Os Sistemas de Sistemas de Informação (SoIS) são um tipo específico de Sistemas de Sistemas (SoS) que apresentam novos desafios para o desenvolvimento de Sistemas de Informação (SI). SoIS exibe todas as características de SoS com uma forte natureza comercial adicional, além de serem compostos por vários SI que combinam as suas capacidades. Os ECOS de maneira geral estão alinhados com essa ideia do SoIS, e Computação em Nuvem também por possibilitar o desenvolvimento de sistemas em diversos níveis.

O desafio 2 “Sistemas de Informação e os Desafios do Mundo Aberto” possui relação ao considerar o mundo como uma rede, sendo um desafio entender sua dinâmica e propor, construir e entender o impacto de SI para apoiá-la. Uma longa lista de aspectos deve ser considerada ao associar SI ao mundo aberto e virtual, incluindo: mobilidade, colaboração, capacitação, interoperabilidade, compartilhamento de conhecimento, transparência, privacidade, segurança, flexibilidade e diversidade. Muitos desses aspectos hoje possuem como plataforma de desenvolvimento e produção a Computação em Nuvem. E uma de suas características essenciais é a disponibilidade de serviços, incluindo o acesso da sociedade à informação e a participação, tanto no setor público quanto no privado. Assim, novos ecossistemas surgem desse mundo conectado e novas abordagens para projetar e fornecer sistemas de informação para dar suporte a esses ecossistemas são necessárias, desafiando a legislação brasileira, o governo, a indústria e os processos de produção do mercado e o comportamento, educação e cultura das pessoas.

Atualmente os provedores de Computação em Nuvem, como a AWS e GCP, possuem uma vasta lista de produtos e serviços, que atendem diferentes níveis de clientes. A variedade vai de serviços de infraestrutura, como máquinas virtuais para hospedagem de aplicações, APIs para integração de produtos, e aplicações completas para utilização por pessoas e empresas, como bancos de dados, e soluções prontas para uso. Do ponto de vista do desenvolvimento de sistemas, muitos serviços estão disponíveis, seja um plataforma para a programação, seja para processos ou práticas DevOps.

Ambientes de Computação em Nuvem muitas vezes incorrem em custos. E de-

pendendo do modelo econômico adotado pelo provedor e pelo serviço, há a necessidade de estudo e simulações. Este trabalho auxilia em uma análise dos serviços e produtos disponibilizados por um fornecedor de Computação em Nuvem, possibilitando comparações entre produtos similares de provedores diferentes.

## 6. Conclusão

Este trabalho apresentou um estudo sobre a modelagem SSN dos ECOS das plataformas de Computação em Nuvem AWS e GCP, focando em seus principais serviços e possibilitando uma visão geral do ECOS de cada plataforma. O trabalho também apresentou alguns resultados, como a modelagem SSN para alguns serviços comuns das duas plataformas, além de análises de redes sociotécnicas e econômicas dos dois ambientes e discussões sobre ECOS. Como continuação do trabalho, pretende-se expandir o escopo dos serviços em cada uma das plataformas, realizar uma análise mais profunda dos ECOS e realizar estudos sobre a evolução das plataformas e dos ecossistemas.

## Referências

- Bisong, E. (2019). *An Overview of Google Cloud Platform Services*. Apress, Berkeley.
- Boscarioli, C., Araujo, R. M., and Maciel, R. S. P. (2017). *I GranDSI-BR - Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016 2026*. SBC.
- Bosch, J. (2009). From software product lines to software ecosystems. In *2009 13th International Software Product Line Conference*, volume 9, pages 111–119.
- Boucharas, V., Jansen, S., and Brinkkemper, S. (2009). Formalizing software ecosystem modeling. In *1st International Workshop on Open Component Ecosystems, IWOCE*.
- Costa, G., Silva, F., Santos, R., Werner, C., and Oliveira, T. (2013). From applications to a software ecosystem platform: An exploratory study. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*.
- Coutinho, E. F., Santos, I., Moreira, L. O., and Bezerra, C. I. M. (2019). A report on the teaching of software ecosystems in software engineering discipline. In *Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering, SBES 2019*.
- Hanssen, G. K. and Dybå, T. (2012). Theoretical foundations of software ecosystems. In *IWSECO@ ICSOB*, pages 6–17.
- Inapps (2022). Devops and cloud computing in 2022: Comparing aws vs. gcp vs. azure.
- Jansen, S., Brinkkemper, S., and Finkelstein, A. (2009). Business network management as a survival strategy: A tale of two software ecosystems. In *International Workshop on Software Ecosystems (IWSECO-2009), co-located 11th ICSR*.
- Manikas, K. (2016). Revisiting software ecosystems research: A longitudinal literature study. *Journal of Systems and Software*, 117:84 – 103.
- Mell, P. and Grance, T. (2011). The nist definition of cloud computing.
- Pinheiro, F. V. S., Coutinho, E. F., Santos, I., and Bezerra, C. I. M. (2022). A tool for supporting the teaching and modeling of software ecosystems using ssN notation. *Journal on Interactive Systems*, 13(1):192–204.
- Zuffo, M. K., Kofuji, S. T., de Deus Lopes, R., and Hira, A. (2013). A computação em nuvem na universidade de são paulo. *Revista USP*, (97):9–18.